



CONFORMAL THERMAL INTERFACE MATERIAL FOR ELECTRONIC COMPONENTS

Patent Number: JP KOHYO PUBLICATION 2000-509209
Publication date: 2000-07-18
Inventor(s): BUNYAN MICHAEL H; DE SORGO MIKSA
Applicant(s): PARKER HANNIFIN CORP [US]
Requested Patent:
Applicant Number: JP1997538684 19970214
Priority Number(s): 60/016,488
IPC Classification: H01L23/36
EC Classification: C09K5/00; C09K5/06; H01L23/373P
Equivalents:

Abstract

A thermally-conductive interface (30) for conductively cooling a heat-generating electronic component (12) having an associated thermal dissipation member such as a heat sink (20). The interface is formed as a self-supporting layer of a thermally-conductive material which is form-stable at normal room temperature in a first phase and substantially conformable in a second phase to the interface surfaces of the electronic component and thermal dissipation member. The material has a transition temperature from the first phase to the second phase which is within the operating temperature range of the electronic component.

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-509209

(P2000-509209A)

(43) 公表日 平成12年7月18日 (2000. 7. 18)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 23/36

識別記号

F I

H 0 1 L 23/36

テーマコード (参考)

D

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平9-538684
(86) (22) 出願日 平成9年2月14日 (1997. 2. 14)
(85) 翻訳文提出日 平成10年10月28日 (1998. 10. 28)
(86) 国際出願番号 PCT/IB97/00223
(87) 国際公開番号 WO97/41599
(87) 国際公開日 平成9年11月6日 (1997. 11. 6)
(31) 優先権主張番号 60/016, 488
(32) 優先日 平成8年4月29日 (1996. 4. 29)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, JP, SG

(71) 出願人 パーカー・ハニフィン・コーポレーション
アメリカ合衆国オハイオ州44124-4141
クリーブランド・パークランドブルバード6035
(72) 発明者 バンヤン, マイケル・エイチ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州01824チ
エルムズフォード・エセツクスプレイス21
(72) 発明者 ド・ソルゴ, ミクサ
アメリカ合衆国ニューハンプシャー州
33087ウインダム・シヤムロツクロード3
(74) 代理人 弁理士 小田島 平吉 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電子部品用の適合性熱境界面材料

(57) 【要約】

熱シンク (20) 等の関連する熱放散部材を有する発熱性電子部品 (12) を熱伝導により冷却するための熱伝導性境界面 (30)。境界面は第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において該電子部品と熱放散部材の境界面表面に実質的に適合することが可能な、熱伝導性材料の自立性の層として形成される。該材料は、第1相から第2相への転移温度が該電子部品の作動温度範囲内にある。

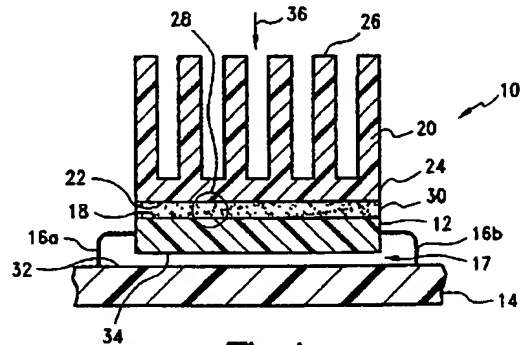


Fig. 1

【特許請求の範囲】

1. 平常の室温より高い作動温度範囲と、熱放散部材の第2伝熱面に温度的に隣接して配置することにより両面間の境界面を画定し得る第1伝熱面とを有する発熱性電子部品を伝導により冷却する方法において、

(a) 第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において前記境界面に実質的に充満するように適合することが可能な、熱伝導性材料を提供し、前記材料は前記第1相から前記第2相への転移温度が前記電子部品の作動温度範囲内にある；

(b) 前記材料を自立性の層に形成する；

(c) 前記層を前記伝熱面の一に付着させる；

(d) 前記伝熱面を前記境界面に温度的に隣接して配置する；

(e) 前記電子部品に、前記層をその転移温度より高い温度に加熱するのに有効な電圧を印加するを含む方法。

2. ステップ(d)及び(e)の間に、前記境界面を画定する前記熱伝達の少なくとも一に外力を加える追加ステップを含む請求項1の方法。

3. ステップ(a)にて前記材料が以下の混合物を含む、

(i) 約90~100℃の融解温度を有するアクリル系感圧性粘着成分約25ないし50重量%；

(ii) 約50~60℃の融解温度を有する α オレフィン系熱可塑性成分約50ないし75重量%；

(iii) 1種類以上の熱伝導性充填剤約20ないし80重量%、請求項1の方法。

4. 前記材料が約70~80℃の相転移温度を有する請求項3の方法。

5. ステップ(a)にて前記材料が以下の混合物を含むものとして提供

される

(i) 約60~70℃の融解温度を有するパラフィン系蠟成分約20ないし80重量%；

(ii) 1種類以上の熱伝導性充填剤約20ないし80重量%、請求項1の方法。

6. 前記材料が約60~80℃の相転移温度を有する請求項5の方法。

7. 前記熱放散部材が熱シンク又は回路基板である請求項1の方法。

8. 前記層がステップ(c)において前記電子部品の伝熱面に付着される請求項1の方法。

9. 前記層がステップ(b)にて約1~10ミル(0.025~0.25mm)の厚みを有するフィルムとして形成される請求項1の方法。

10. 前記1種以上の熱伝導性充填剤が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される請求項3の方法。

11. 前記1種以上の熱伝導性充填剤が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される請求項5の方法。

12. 前記自立性の層がステップ(b)にて前記材料のフィルムを剥離シートの表面に塗布することにより形成され、かつ前記層がステップ(c)にて前記フィルムを前記熱伝達の一に付着させ、前記剥離シートを除去して前記フィルムを露出させることにより適用される請求項1の方法。

13. 平常の室温より高い作動温度範囲を有する発熱性電子部品と、

熱放散部材の第2伝熱面に温度的に隣接して配置し得る第1伝熱面との間に介装し得る熱伝達性境界面において、前記境界面は、第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において前記境界面の表面に実質的に適合することが可能な、熱伝導性材料の自立性の層を含み、前記材料は、第1相から第2相への転移温度が該電子部品の作動温度範囲内にある境界面。

14. 前記材料が以下の混合物を含む、

(a) 約90~100℃の融解温度を有するアクリル系感圧性粘着成分約25ないし50重量%;

(b) 約50~60℃の融解温度を有する α オレフィン系熱可塑性成分約50ないし75重量%;

(c) 1種類以上の熱伝導性充填剤約20ないし80重量%、請求項13の境界面。

15. 前記材料が約70～80℃の相転移温度を有する、
16. 前記材料が以下の混合物を含む、請求項13の境界面：
 - (a) 約60～70℃の融解温度を有するパラフィン系蠟成分約20ないし80重量%；
 - (b) 1種類以上の熱伝導性充填剤約20ないし80重量%、請求項14の境界面。
17. 前記材料が約60～80℃の相転移温度を有する、請求項16の境界面。
18. 前記層が約1～10ミル(0.025～0.25mm)の厚みを有するフィルムである、請求項13の境界面。
19. 前記1種以上の熱伝導性充填剤が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される、請求項14の境界面。
20. 前記1種以上の熱伝導性充填剤が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される、請求項16の境界面。
21. フィルムとして剥離シートの表面に塗布される、請求項13の境界面。

【発明の詳細な説明】

電子部品用の適合性熱境界面材料

発明の背景

本発明は広くは、熱伝導的による電子部品の冷却のために、発熱性電子部品の熱境界面(thermal interface)と熱シンク又は回路基板などの熱放散部材との間に介装し得る熱伝達材料に関する。本発明は特に、電子部品の作動温度範囲内の温度又は温度範囲内において融解又は軟化して、電子部品から熱放散部材への熱伝達を改善するために、熱境界面に対する適合性を向上させる、自立性形状安定フィルムに関する。

テレビ、ラジオ、コンピュータ、医療器具、事務機械、通信装置等、最近の電子機器の回路設計は複雑性を増している。例えば、トランジスタ数十万個相当分を内包するこれら及びその他の機器のために集積回路が製造されるようになった。設計の複雑性は増しているが、一層小型の電子部品を製造し、ますます縮小する面積に組み込むこれらの部品の個数を更に増大させる能力が向上するとともに、デバイスの寸法は引き続き小型化している。

電子部品が小型化し、集積基板やチップに実装する密度が高まるとともに、今や設計者や製造者は、これらの部品が電気抵抗により、又はその他の作用にて発生する熱をいかにして放散させるかという課題に直面している。実に、多数の電子部品、そして特にトランジスタやマイクロプロセッサなどの半導体部品が、高温にて故障又は機能不全を生じ易いことはよく知られている。すなわち熱を放散させる能力が、部品の性能にとって制約要因となることが多い。

従来、集積回路中の電子部品は、デバイスの外被内において強制又は対流による空気の循環により冷却されてきた。この点に関して、対流により発生した気流にさらされるパッケージの表面積を拡大するために、部品パッケージの不可分の一部、又は別個の付属部品として、冷却フィンが提供されている。更に、外被内にて循環する空気量を増加させるために、電動ファンも使用されている。しかし大出力の回路や、現行の電子設計に典型的な、小型ながら実装密度の高い回路では、単なる空気の循環だけでは回路部品を適切に冷却するためには不十分とされ

ることが多い。

単なる空気の循環で達成し得る限度を超えた熱放散は、「コールドプレート」又はその他の熱シンク等の熱放散部材に電子部品を直接実装することにより実現し得る。熱シンクとしては専用の熱伝導性の金属板を設けてもよいし、又は単にデバイスのシャシを利用してもよい。しかしながら、米国特許第4,869,954号に記載されているように、電子部品と熱シンクとの接合熱境界面は、裸眼又は顕微鏡にて観察される不規則性を有するのが通例である。境界面の表面が合わされると、その間にポケット又は空隙が生じて、そこに空気がトラップされることがある。このようなポケットは境界面内の全体的な表面積接触を減少させ、そのため、境界面を通じての熱伝達の効率を低下させる。しかも周知のように、空気の熱伝導は比較的低いので、境界面内部にエアポケットが存在することは、境界面を通じての熱伝達率を低下させる。

境界面を通じての熱伝達の効率を向上させるためには、表面の不規則性を補填し、エアポケットをなくすために、熱シンクと電子部品との間に熱伝導性材料の層を介装するのが通例である。この目的のために当初

使用された材料としては、酸化アルミニウムなどの熱伝導性充填材で充満させたシリコン・グリース又は蠟(wax)などがある。このような材料は通常、平常の室温で半流動体状又は固体状であるが、温度を上げれば液化又は軟化して流れやすくなり、境界面表面の不規則に適合しやすくなる。

例えば米国特許第4,299,715号には、ベリリウム、亜鉛又は酸化アルミニウム粉末など、他の熱伝導性材料と結合して、被加熱要素から熱シンクへの熱伝導性導路を完結させるための混合物を形成する、蠟状の熱伝導性材料が開示されている。好ましい蠟状の材料は、通常の石油ゼリー(petroleum jelly)と、蜜蠟、ヤシ蠟又は地蠟などの天然蠟又は合成蠟の混合物で、この混合物は平常の室温より高い温度で融解するか、又は可塑性を示す。この材料はしるしをつけるか又は擦ると剥離又は除去され、擦られた側の表面に付着する。この点において、この材料は、細棒、太棒、その他の伸長可能な形態に成形して、鉛筆状のディスペンサの形態にて持ち運ぶことができる。

米国特許第4,466,483号には熱伝導性電気絶縁性のガスケットが開示されている。このガスケットは、電気絶縁性熱伝導性材料の含浸又は混入が可能な材料により形成された網状組織又はテープを含む。このテープ又は網状組織は、融解製材料及び熱伝導性成分がある場合にはその成分をガスケット状の形態に保持する媒質の機能を果たす。例えば、両面に蠟、酸化亜鉛及び防火剤の融解性混合物を塗布した、可塑性固体材料の中心層を提供することができる。

米国特許第4,473,113号には、電子装置の表面に付着させる熱伝導性電気絶縁性のシートが開示されている。このシートは、電子装置の作動

温度範囲内にて固体から液体に状態が変化する材料が各面に塗布されたものとして提供されている。この材料は蠟及び酸化亜鉛の融解性混合物として組成することができる。

米国特許第4,674,845号には、電子部品を内包する外被を含む、温度を冷却された電子組立体が開示されている。熱シンク材料が、電子部品から熱を伝導するために、電子部品と直接接触する状態で外被内を充たしている。熱シンク材料は、ダイヤモンド、窒化ホウ素又はサファイア等の微粒子状微細結晶材料とフルオロカーボン又はパラフィンなどの充填材料とのペースト状混合物から成る。しかしながら、当業界で知られている上記の種類のグリース又は蠟は一般に、室温にて自立性、その他の形状安定性が欠け、熱シンク又は電子部品の境界面表面に適用すると乱雑な状態を招くとみなされている。これらの材料はフィルム状で提供することが取扱いの容易性からして望ましいとされる場合が多いが、その形態で提供するためには、基質、網状組織、その他の担体を備えなければならず、それにより、それ自体の内部又は他との間にエアポケット形成の恐れのある境界面層がもう一つ入り込むことになる。しかもこのような材料を使用することは、典型的には手作業による塗布、又は電子組立機による積層を伴うことになり、そのため製造コストの増大を招く。

また、シリコン・グリース又は蠟状材料に代えて、硬化したシート状の材料を用いる別のアプローチもある。このような材料は、ポリマー結合剤中に拡散された1種以上の熱伝導性微粒子充填剤を含んで複合物とし、硬化したシート、テー

ブ、パッド、又はフィルム状にて提供することができる。典型的な結合剤としては、シリコン類、ウレタン類、熱可

塑性ゴム類、その他のエラストマー類があり、典型的な充填剤としては酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、窒化ホウ素、窒化アルミニウムなどがある。

上記の境界面材料の好例として、マサチューセッツ州ウォバーン所在のパーカー＝ハニフィン社コメリックス事業部よりコサーム®の名称にて市販されている、アルミナ又は窒化ホウ素を充填したシリコン又はウレタン・エラストマーがある。更に米国特許第4,869,954号には、熱エネルギーを伝達するための硬化した、形状安定性のシート状熱伝導性材料が開示されている。この材料はウレタン結合剤、硬化剤、及び1種類以上の熱伝導性充填剤により形成される。充填剤としては、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、酸化亜鉛などがある。

米国特許第4,782,393号には、電子部品とその支持枠との間に配置する、熱伝導性電気絶縁性のパッドが開示されている。このパッドは内部にダイヤモンド粉末が拡散された高絶縁耐力の物資より成る。この点について、ダイヤモンド粉末と高絶縁耐力材料の液相とを混合してフィルム状となし、これを硬化してもよい。フィルム形成後にその薄層をケミカルエッチング等により除去し、ダイヤモンド粒子の先端を露出する。次いで銅、その他の金属の薄い境界面層を、露出したダイヤモンドの先端が表面まで延長し、フィルムを横断して純ダイヤモンド製の熱伝達路を形成するように、フィルムの上面と下面に結合させる。パッドは電子部品及び枠にはんだ又は接着剤にて取り付けることができる。

米国特許第4,965,699号には、プリント回路カードに実装したメモリーチップを含む、プリント回路デバイスが開示されている。このカード

は、関連するコールドプレートの表面に塗布されるシリコンエラストマーにより、該コールドプレートから分離されている。

米国特許第4,974,119号には、熱拡散部材より間隔を置いた関係にあるプリン

ト配線基板により支持された電子部品を含む熱シンク組立体が開示されている。熱伝導性のエラストマー層が基板と電子部品との間に介装される。該エラストマー層はシリコンにて形成し、酸化アルミニウム又は窒化ホウ素などの充填剤を含むことが望ましい。

米国特許第4,979,074号には、あらかじめ成形されたシリコンラバー・シートにより熱伝導性プレートから分離された回路基板を含む、プリント配線基板が開示されている。該シートにはアルミナ又は窒化ホウ素などの充填剤を混入してもよい。

米国特許第5,137,959号には、六方晶系の窒化ホウ素又はアルミナを充填した、熱可塑性又は交差結合のエラストマーより成る熱伝導性電気絶縁性境界面材が開示されている。この材料は該エラストマーと充填剤との混合物として形成し、次いで該混合物をシート、その他の形状に鑄造又は成型することができる。

米国特許第5,194,480号には、熱伝導性電気絶縁性材料を充填した他のエラストマーが開示されている。好ましい充填剤として六方晶系の窒化ホウ素が挙げられる。充填されたエラストマーは従来を用いてブロック、シート、又はフィルムに形成することができる。

米国特許第5,213,868号及び第5,298,791号には、ポリマー結合剤と1種類以上の熱伝導性充填剤により形成される熱伝導性境界面材料が開示されている。充填剤としては、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム又は酸化亜鉛の微粒子状固体を使用する

ことができる。該材料は鑄造又は成型により形成し、好ましくは層状組織のアクリル系感圧性粘着(PSA)テープとして提供する。テープの少なくとも1表面には、該表面と、熱シンク又は電子部品などの基材の表面との間から空気を除去するために、チャンネル又は貫通穴を有する形態にて提供する。

米国特許第5,321,582号には、窒化ホウ素を充填したシリコン層の下に形成されたポリアミドよりなる熱伝導性層状組織を含む、電子部品熱シンク組立体が開示されている。該層状組織は、電子部品と組立体の外被との間に介装される。

上記の種類のシート状材料は、伝導により冷却される電子部品組立体において

境界面材料として使用するために、一般に広く受け入れられてきた。しかし一部の応用例においては、これらの材料が効率的な熱伝達のために十分な表面を実現し得るように境界面表面に適合させるために十分な力を加えるには、スプリング、クランプ等のような重い締付要素が必要とされる。事実、ある種の用途においては、温度が上昇すると液化、融解又は軟化するグリースや蠟のような材料が、境界面の表面によりよく適合するものとして好まれる場合もある。従って、これらの種類の境界面材料と、それらを適用する方法を一層改良すれば、電子産業に歓迎されることが認識される。特に望ましいものは、室温にて自立性と形状安定性を有しながら、境界面表面によりよく適合するように、電子部品の作動温度範囲内の温度にて軟化又は融解が可能な熱境界面材料である。

発明の一般的説明

本発明は、発熱性電子部品の熱境界面と熱放散部材との間に介装し得

る熱伝達材料を指向する。該材料は境界面表面によりよく適合して電子部品から熱放散部材への熱伝達が改善されるように、電子部品の作動温度範囲内の温度にて軟化又は融解が可能な種類のものである。しかし当業界において知られているような種類のグリース又は蠟とは異なり、本発明の境界面材料は、室温にて形状安定性と自立性を有するものである。

従って、該材料は自動化機器を用いて、例えば、熱シンクのような熱放散部材の境界面表面に付着させ得るようなフィルム又はテープに形成することができる。自立性があることから、更にエアポケットが生じるような余分な層を境界面に導入するような網状組織や基材を備える必要もない。

従って、本発明の特徴は、発熱性電子部品の伝導的冷却を可能にするところにある。該部品は平常の室温より高い作動温度を有し、その第1の伝熱面は、関連する熱放散部材の第2の伝熱面と温度的に隣接して(thermal adjacency)配し、その間に境界面を画定することが可能となっている。第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において境界面に実質的に充満するように適合することが可能な、熱伝導性材料が提供される。第1相から第2相への転移温度が該電子部品の作動温度範囲内にある該材料は、自立性を有する層に形成される。該層

は関連のうち1面に付着され、それらの面は次いで温度的に隣接して配されて境界面を画定する。電子部品への電圧印加は、相転移温度より高い温度に該層を加熱するのに有効である。

本発明の更なる特徴は、熱シンク等の、関連する熱放散部材を有する発熱性電子部品を伝導により冷却するための熱伝導性境界面を提供することにある。該境界面は、第1相において平常の室温にて形態安定性を

有し、第2相において電子部品と熱放散部材の境界面表面に実質的に適合することが可能な、熱伝導性材料の、自立性を有する層として形成される。該材料の第1相から第2相への転移温度は該電子部品の作動温度範囲内にある。

本発明の利点は、境界面表面によりよく適合するように、電子部品の作動温度範囲内の温度にて軟化又は融解が可能でありながら、室温にて自立性と形状安定性を有し、取扱いと適用が容易である熱境界面材料という点を含む。更なる利点は、網状組織、その他の支持基材なしでフィルム又はテープに形成することが可能で、自動化された方法を利用して、例えば熱放散部材の境界面表面に付着させることが可能な境界面材料という点にある。このような部材は、次いでメーカーに向けて発送し、回路基板に直接装備することが可能であり、それにより境界面材料を手作業にて積層する必要性が解消される。更なる利点は、熱と粘度に係わる性質を条件に応じて調整し得る、熱境界面の組成にある。これらおよびその他の利点は、本明細書に含まれる開示事項に基づいて、当業者には容易に明白なものである。

図面の簡単な説明

本発明の性質と目的を更に十分に理解するためには、添付図面に関連して記述される以下の詳細な説明を参照しなければならない。

第1図は電氣的組立体の部分的断面図であって、該組立体においては、その発熱性電子部品が、該部品と関連する熱放散部材の熱伝達表面間の熱境界面内に熱伝導性材料の中間層を設けることを通じて、本発明に従って伝導により冷却される。

第2図は第1図の熱境界面の一部を、その形態の詳細を示すために拡大

した図である。

第3図は第1図の熱伝導性材料が剥離シート(release sheet)の表面にフィルム層として貼り付けられた状態を示す断面端図であって、該シートはフィルムの使用を容易にするようにロール状に巻かれている。

第4図は第1図の剥離シートロールを、その構造の詳細を示すために拡大した図である。

以下の発明の詳細な説明に関連して、以上の図面を更に説明する。

発明の詳細な説明

図面において対応する参照文字はいずれの図においても対応する要素を示すが、図面を参照して、第1図において10として一般に示されている電氣的組立体は、関連するプリント配線基板(PCB)又その他の基板14に支えられた発熱性デジタル又はアナログ電子部品12を含む。電子部品12は集積マイクロチップ、マイクロプロセッサ、トランジスタ、若しくはその他の半導体、又はダイオード、リレー、抵抗器、トランス、増幅器、ディアック(2導線型半導体交流電流スイッチ)若しくはコンデンサなど、抵抗により、若しくはその他の作用により発熱する下位組立体であり得る。典型的には部品12は約60~80℃の作動温度範囲を有する。部品12から基板14への電氣的接続のために、1対のリード線又はピン16a及び16bが、部品12のいずれかの端から基板14とのはんだ、その他の方法による接続部に向かつて延びる形で設けられる。リード線16は更に、部品12と基板14の間に約3ミル(75ミクロン)の、17で示される隙間を画定するように、基板14上に部品12を支持してもよい。又は、基板14が部品12を直接受けてもよい。

基板14上に支持された状態で、電子部品12は第1伝熱面18を呈し、第1

伝熱面は、関連する熱放散部材20の対応する第2伝熱面に対し間隔を持って温度的に隣接して配置することができる。放散部材20は部品12の加熱能力との相対関係において有効な加熱能力を有する金属材料等より構成され、部品12より伝導又はその他の形態にて伝達される熱エネルギーを放散する。本図の表示に関する限り、熱放散部材20は、全般的に平面状の基盤部24を有する熱シンクとして示されていて、この基盤部24から複数の冷却フィンが延び、その1枚は26として参照

されている。図示したような構成の組立体10にあっては、フィン26は部品12の対流冷却を補助するが、部品12から伝達される熱エネルギーを更に対流冷却するために、これを図示しない関連コールドプレート等により受けてもよい。

電子部品12の第1伝熱面18を放散部材20の第2伝熱面22に温度的に隣接して配置することにより、両面間の、28で示した熱境界面が画定される。熱伝導性中間層30は、境界面28内に、部品12から放散部材20への熱エネルギーの伝達のための伝導路を提供するために、伝熱面18と22の間に介装される。このような伝導路は、部品12の冷却を行い、その作動温度が指定された限度以下に確実に維持されるための対流空気循環を伴っても、伴わなくてもよい。

熱放散部材20は別個の熱シンク部材として示されているが、基盤14自体をこの目的のために使用してもよく、その場合には中間層30を、基盤14の表面32と電子部品12の対応面34との間に介装する。いずれの配置においても、32に示される、約1~2ポンド以上の外力を加え、中間層30と表面18及び22又は32及び34の間の境界面接触を改善するために、クリップ、スプリング、クランプ等(図示なし)を更に設けることができる。

本発明の原則に従って、中間層30は、熱伝導性材料の自立性のフィル

ム、シート、その他の層により形成される。「自立性(self-supporting)」とは、中間層30が、更にエアポケットが生じるような余分な層を境界面に導入するような網状組織や基材による支持なしに、独立していることを意味する。典型的には、中間層30のフィルム又はシートは、組立体10の個別の形態に従って、厚み約1~10ミル(25~250ミクロン)以上とする。

中間層30を形成する熱伝導性材料の組成は、第1相、すなわち固体、半固体、ガラス状又は結晶状の相においては、平常の室温、すなわち約25℃にて形状安定性を有し、第2相、すなわち液体、半流動体、又はその他の粘性融解状態においては、電子部品12及び熱放散部材20の境界面表面、それぞれ18及び22に実質的に適合し得るものとする。該材料の転移温度は、融解温度又はガラス転移温度であって、約60又は70℃から約80℃が好ましく、電子部品12の作動温度範囲内に収まるように調整される。

更にこの点に関して、中間層30をその相転移温度を超えた温度にまで加熱するのにより有効な、電子部品12の電圧印加中の、境界面28の内部形態を詳細に示すために境界面28の一部を拡大して示した第2図を参照する。したがって中間層30は形態安定的固体又は半固体相から、相対的分子間連鎖運動を示すことのできる流動可能又はその他の形にて適合可能な液体又は半流動体的粘性相に融解、又はその他の形にて軟化した状態が示されている。このような粘性相は、境界面表面18及び22との表面積接触を増大させ、境界面28よりエアポケット又はその他の空隙を排除することによりほぼ完全に境界面28を充たし、それにより境界面を通じての熱伝達の効率と速度をとともに向上させる。更に、例えば中間層の融解流指数(melt flow index)又は粘度及び外圧36(第1図)が加えられていれば外

圧によっては、表面18及び22の間の境界面隙間を狭めて、両表面間の熱伝達の効率を更に高めることができる。中間層30を形成する材料の相転移に関連する潜熱があれば、それは部品12の冷却に寄与する。

しかしながら、当業界において従来知られているような種類のグリース又は蠟とは異なり、本発明の中間層には、室温における形態安定性と自立性という利点がある。したがって、第3図において40として一般的に示されているように、中間層30は、自動化工程により基板への付着を容易にするために、巻いたテープ形態にて提供するのが有利である。テープ40の1部分42を更に詳細に示した第4図を更に参照すれば一層よく理解されるように、テープ40は中間層30のフィルムをフェースストック(face stock)、ライナ、その他の剥離シート44の長さまで付着させて形成される。中間層30は、従来の方法、例えば噴霧、ナイフコーティング、ローラコーティング、鋳造、ドラムコーティング等の直接工程、又はシリコン剥離シートを利用した間接移動工程により剥離シート44の表面46に付着させることができる。中間層30を形成する材料の粘度を低下させるために、溶剤、希釈剤、その他のビヒクルを用いてもよい。材料を付着させた後には、剥離シートを乾燥させて溶剤を蒸発させれば、その上に材料の接着性の、粘り気のないフィルム、塗膜、その他の残存物が残る。

接着の技術においては通例であるように、剥離シート44は蠟引き、シリコン引

き、その他の塗膜で被われた紙またはプラスチックのシートなどであって、それが最終的に付着される基材から、中間層30を認識し得るほどに引き上げることなく剥離できるように、表面エネルギーが比較的低いものを、長尺状に形成して提供することができる。代表的な剥離

シートは、可塑性を持たせた塩化ポリビニール、ポリエステル、セルロース性材料、金属箔、複合物等のフェースストック、その他のフィルムを含む。

図示した好ましい実施例において、テープ40は適当な長さに切断し、中間層30の露出面40を、組立体10に設置する前の熱放散部材20(第1図)の境界面表面22に付着させることができる。この点に関して、中間層露出面48は、中間層30を放散部材20に付着させるための感圧性接着剤等の薄膜を塗布した形態にて提供することができる。又は、放散部材20の境界面表面22を加熱し、中間層表面48の境界層を「熱間融解」メカニズムにより付着させるために融解させてもよい。

テープ40がそのように付着され、剥離シート44が中間層30の未露出面50を保護した状態で、熱放散層20(第1図)を実装し、電子メーカー、組立業者、その他のユーザーに集積ユニットとして出荷することができる。次いでユーザーは単に剥離シート44を剥がして中間層30の表面50を露出させ、表面50を電子部品12の伝熱面18の上に位置決めし、最後にクリップ、その他の外圧手段を適用して、中間層50を電子部品の表面18と隣接伝熱接触、その他の温度的隣接関係に配置すればよい。

好ましい1実施例においては、中間層30の組成は(a)融点約90~100℃の感圧性接着剤(PSA)25ないし50重量%、(b)融点約50~60℃の α オレフィン系熱可塑性成分約50ないし75重量%、及び(c)1種類以上の熱伝導性充填剤約20ないし80重量%より成る形状安定性混合物である。「融解温度」という語句はここではその最も広い意味にて使用され、形態安定的固体、半固体、結晶又はガラス状相から、分子間連鎖運動を示すことを特徴とする流動可能な液体、半流動体的若しくはその他の形にて粘性を有する

相又は融解状態への転移を示す温度又は温度範囲を含む。

PSA成分は一般に、アクリル酸若しくは(メタ)アクリル酸、アクリル酸ブチル等のアクリレート及び／又はアクリルアミドなどのアミドのホモポリマー、共重合体、3元共重合体、相互貫入ネットワーク(inter penetrating network)又は混合物などのアクリル系の熱間融解型のものである。

「PSA」という語句はここではその従来の意味、すなわち該成分がガラス転移温度、表面エネルギー、その他、平常の室温にてある程度の粘りを示す性質を有するように組成されていることを意味する。この種のアクリル系熱間融解PSAは、「H60」及び「H251」という商品記号でウィスコンシン州ジャーマンタウン所在のハートランド・アドヒーズブズから市販されている。

α オレフィン系熱可塑性成分としては、「低融解性(low melt)」を特徴とするところのある、ポリオレフィンが好ましい。好ましい種類の代表的な材料はC10又はより高級のアルケンのアモルファスポリマーであって、

“Vybar® 260”という商品記号でオクラホマ州タルサ所在のペトロライット社から市販されている。このような材料は更に第1表に示すような特徴を有する。

第1表 代表的オレフィン系ポリマー成分 (Vybar® 260) の物性

分子量	2600 g/mol
融点 (ASTM D 36)	130°F (54°C)
粘度 (ASTM D 3236)	
@ 210°F (99°C)	357.5 cP
貫入度 (Penetration) (ASTM D 1321)	
@ 77°F (25°C)	12 mm
密度 (ASTM D 1168)	
@ 75°F (24°C)	0.90 g/cm ³
@ 200°F (93°C)	0.79 g/cm ³
ヨウ素価 (ASTM D 1959)	15

PSAの熱可塑性成分に対する比率を指定された限度内にて変化させることにより、中間層組成の温度的・粘度的性質は、制御された温度的・粘度的性質を示すように調整することができる。特に、該組成の相転移温度及び融解流指数又は粘度は、発熱性電子部品の作動温度、外圧が加えられている場合には該外圧の大き

さ、及び境界面の構成などの変数に関して、最適の温度特性を発揮させるように選択することができる。

他の実施例においては、熱可塑性成分とPSA成分に代えて、パラフィン系蠟又はその他、長鎖 (C16以上) のカルボキシル酸の天然又は合成エステルであって融点が約60~70℃のものを、組成の約20~80重量%を構

成するように使用してもよい。好ましい蠟は、"Ultraflex® Amber"

の商品名にてサウスカロライナ州ロックヒル所在のバレコ・プロダクツ社から市販されていて、粘土処理 (clay-treated) を施した微晶成分及びアモルファス成分の複合体になっている。このような蠟は、以下の第2表に示すような特徴を更に具えている。

第2表 代表的パラフィン系蠟成分 (Ultraflex® Amber) の物性

融点 (ASTM D 127)	156°F (69°C)
粘度 (ASTM D 3236)	
@ 210°F (99°C)	13 cP
貫入度 (ASTM D 1321)	
@ 77°F (25°C)	29 mm
@ 110°F (43°C)	190 mm
密度 (ASTM D 1168)	
@ 77°F (25°C)	0.92 g/cm ³
@ 210°F (99°C)	0.79 g/cm ³

以上説明した実施例のいずれにおいても、樹脂又は蠟の成分が結合剤を形成し、その中に熱伝導性の充填剤が拡散される。充填剤は、所期の用途に望まれる熱伝導性を与えるために十分な比率にて結合剤に含有されている。充填剤の寸法と形状は、本発明の目的に対して決定的に重要なものではない。この点について、充填剤は、球状、薄片状、小板状、不規則形状、又は切り刻んだ、若しくは粉碎した繊維のような繊維状等、何らかの一般的形状であればよいが、均等な拡散と、同質的な機械的及び温度的性質を確保するために、粉末、その他の微粒子状であることが好ましい。充填剤の粒径又は分布は、典型的には約0.25~250ミクロン (.01~10ミル) の範囲にあるが、境界面²⁸及び/又は中間層³⁰の厚みにより

更に変動幅が広がる。

更に充填剤を、中間層30が電子部品12と熱放散部材20の間で、電氣的絶縁体ではあるが熱は伝導する障壁となるように、非導電性であるものとして選択することが好ましい。好適な熱伝導性・電気絶縁性充填剤としては、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物を含む。このような充填剤は、約25~50W/m²・Kの熱伝導性を

示すことを特徴とする。

中間層30には、その熱伝導性及びその他の物性を過度に損なわれない程度に、更に充填剤や添加剤を加えてもよい。前に述べたように、材料の粘度を引き下げて混合と搬送をし易くするために、調合過程において溶剤、その他の希釈剤を使用してもよい。従来の湿潤不透明化(wetting opacifying)剤又は発泡防止剤、顔料、遅燃剤及び酸化防止剤も、意図される特定の用途の要件によっては、組成に加えてよい。組成の調合は従来の混合装置内にて行う。

要件ではないが、担体又は強化部材(図示なし)を別個の内部層としてオプションとして中間層30に組み込んでもよい。従来技術では、このような部材は、ポリイミドなどの熱可塑性材料により形成されるフィルム、又はガラス繊維の織布若しくは拡張したアルミニウムメッシュの層として設けることができる。強化部材は、より高い周囲温度における中間層の取扱いと各種の形状の打抜きを容易にするために、中間層を更に支える。

以下に示す事例では、別途明示しない限り、すべての百分率及び比率は重量ベースの率で、該事例はこれに内包される本発明の実施を例示するものであって、いかなる限定的な意味にも解してはならない。

実施例

本発明の中間層組成を代表するマスターバッチは、下記の別表にしたがって特徴づけるために構成されたものである。

第3表 代表的な中間層の組成

試料番号	Vybar® 260 ¹	H600 ²	Ultraflex® Amber ³	充填剤 (重量%)		
	(重量%)	(重量%)	(重量%)	BN ⁴	ZnO ₂ ⁵	Al ⁶
3-1	45	22				33
3-2	47	17				36
3-3	47	17		6		30
3-6			40			60
3-7	40	19			41	
3-8	50	25		25		
3-10	34	16			50	
5-1			67	33		

¹ αオレフィン系熱可塑性材料 オクラホマ州タルサ、ペトロライト社

² アクリル系PSA ウィスコンシン州ジャーマンタウン、ハートランド・アドヒーズィブズ

³ パラフィン系蠟 サウスカロライナ州ロックヒル、バレコ・プロダクツ社

⁴ 窒化ホウ素 HCP粒子品質、オハイオ州クリーブランド、アドバンスト・セラミックス

⁵ 酸化亜鉛 イリノイ州シカゴ、ミッドウェスト・ジंक社；ニュージャージー州S.プレインフィールド、クラーク&ダニエルズInc.

⁶ アルミナ R1298, ニュージャージー州ユニオン、アルキャン・アルミニウム
試料はトルエン又はキシレンを用いて全固体分の約30~70%にまで薄く延ばし、
鑄造し、次いで乾燥させてフィルムの厚みを約2.5ないし6ミ

ルとする。約55~65℃の温度に加熱すると、試料は適合可能なグリース又はペースト状の粘度を示すことが観察された。下記の温度的性質が測定され、従来のシリコングリース（ミシガン州ミッドランド所在ダウ・コーニング社、Dow 340）及び金属箔で支持された蠟（カリフォルニア州アナハイム所在クレヨサーム社、Crayotherm™）の組成と比較された。

第4表 中間層組成の代表的試料と比較例の温度的性質

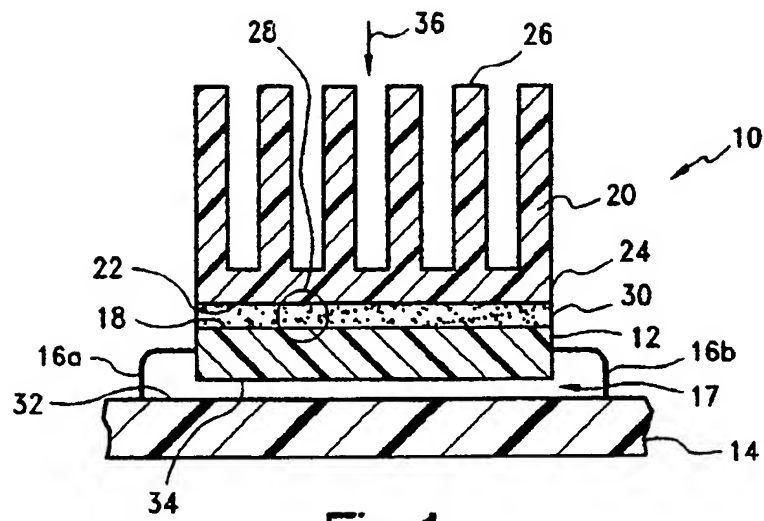
試料番号	組成	充填剤(重量%)	厚み(ミル)	熱インピー ダンス ⁵ (°C-in/w)	熱伝導率 ⁵ (w/m-°K)
3-1	混合物 ¹	62%Al	6	0.14	1.7
3-2	混合物	62% Al	4	0.12	1.3
3-3	混合物	62% Al/BN	4	0.09	1.7
3-6	蠟 ²	60% Al	2.5	0.04	2.3
5-1	蠟	50% BN	4	0.10	1.5
3-7	混合物	62% ZnO ₂	4	0.14	1.1
3-8	混合物	30% BN	2.5	0.07	1.5
3-10	混合物	70% ZnO ₂	3	0.12	0.95
Crayotherm	蠟/箔 ³	ZnO ₂	2.5	0.11	0.93
3-2	混合物	62% Al	5	0.26	0.74
3-6	蠟	60% Al	5	0.30	0.65
5-1	蠟	50% BN	5	0.12	1.64
Dow 340	グリース ⁴	ZnO ₂	5 (ツル ⁶)	0.36	0.54

¹Vybar® 260²Ultraflex® Amber³金属箔で支持された蠟⁴シリコングリース⁵約10~300 psiの外圧を加えて測定⁶厚みを制御するためにスペーサを使用

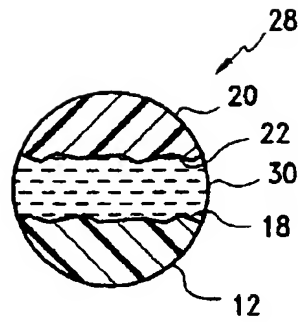
上記の結果から、本発明の中間層組成は、当業界において従来既知のグリース及び蠟の好ましい適合性及び温度的性質を保持していることが確認された。しかしこれらの組成は、更に室温にて形状安定性と自立性を有し、取扱いと適用を容易にし、支持基盤、網状組織、その他の担体の必要性をなくしている。

本発明は、内包する原理から逸脱することなく一定の変更が加えられることが予想されるもので、以上の説明に含まれるすべての事項は例示的なものと解されるべきであって、限定的な意味に解してはならない。ここに引証した文献はすべて、参照することによって明示的に本文書の内容に織り込まれるものである。

【図1】



【図2】



【図3】

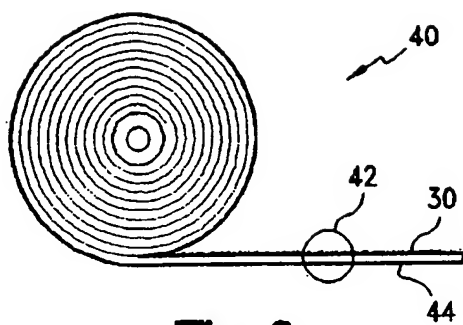


Fig. 3

【図4】

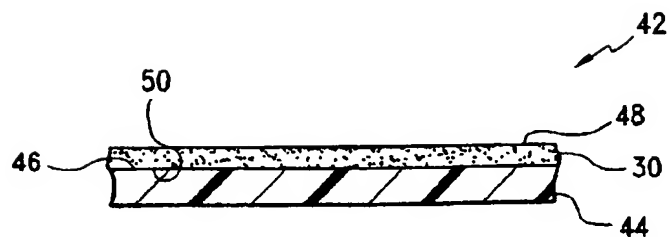


Fig. 4

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1998年4月24日(1998.4.24)

【補正内容】

ストマー層が基板と電子部品との間に介装される。該エラストマー層はシリコンにて形成し、酸化アルミニウム又は窒化ホウ素などの充填剤を含むことが望ましい。

米国特許第4,979,074号には、あらかじめ成形されたシリコンラバー・シートにより熱伝導性プレートから分離された回路基板を含む、プリント配線基板が開示されている。該シートにはアルミナ又は窒化ホウ素などの充填剤を混入してもよい。

米国特許第5,137,959号には、六方晶系の窒化ホウ素又はアルミナを充填した、熱可塑性又は交差結合のエラストマーより成る熱伝導性電気絶縁性境界面材が開示されている。この材料は該エラストマーと充填剤との混合物として形成し、次いで該混合物をシート、その他の形状に鋳造又は成型することができる。

米国特許第5,194,480号には、熱伝導性電気絶縁性材料を充填した他のエラストマーが開示されている。好ましい充填剤として六方晶系の窒化ホウ素が挙げられる。充填されたエラストマーは従来の方法を用いてブロック、シート、又はフィルムに形成することができる。

米国特許第5,213,868号及び第5,298,791号には、ポリマー結合剤と1種類以上の熱伝導性充填剤により形成される熱伝導性境界面材料が開示されている。充填剤としては、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化マグネシウム又は酸化亜鉛の微粒子状固体を使用することができる。該材料は鋳造又は成型により形成し、好ましくは層状組織のアクリル系感圧性粘着(PSA)テープとして提供する。テープの少なくとも1表面には、該表面と、熱シンク又は電子部品などの基材の表面との間から空気を除去するために、チャンネル又は貫通穴を有する形態

にて提供する。

米国特許第5,321,582号には、窒化ホウ素を充填したシリコン層の下に形成さ

れたポリアミドよりなる熱伝導性層状組織を含む、電子部品熱シンク組立体が開示されている。該層状組織は、電子部品と組立体の外被との間に介装される。

IBMテクニカル・ディスクロージャ・ブレティン第23巻第6号(1980年11月)には、内面にはんだ湿潤性の金属被覆層が付着されたキャップを含む熱境界面が開示されている。低温で融解するはんだ層が、共晶合金より成るはんだ成型物をリフローすることにより、金属被覆層の上に付着され、はんだ層の上に熱改質グリースの薄層が溶着される。該キャップは基板に対して上にかぶさる関係にて組立て、軽度の圧力を加える。該組立体は次いで、はんだをリフローしてキャップを基板に封止するために加熱する。

請求の範囲

1. 平常の室温より高い作動温度範囲と、熱放散部材(20)の第2伝熱面(22)に温度的に隣接して配置可能であり、両面間の境界面(28)を画定し得る第1伝熱面(18)とを有する発熱性電子部品(12)を伝導により冷却する方法であって：(a)第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において前記境界面(28)に実質的に充満するように適合することが可能な熱伝導性材料を提供し、前記材料は前記第1相から前記第2相への転移温度が前記電子部品(12)の作動温度範囲内にあること；(b)前記材料を自立性の層(30)に形成すること；(c)前記層(30)を前記伝熱面(18, 22)の一に適用させること；(d)前記伝熱面(18, 22)を前記境界面(28)に温度的に隣接して配置する；(e)前記電子部品(12)に、前記層(30)をその転移温度より高い温度に加熱するのに有効に付勢することを含む方法において、前記自立性の層(30)が、ステップ(b)にて前記材料のフィルム(48)を剥離シート(44)の表面(46)に布することにより形成され、前記層(30)がステップ(c)にて前記フィルムを前記熱伝達面(18, 22)の一に付して、前記剥離シート(44)を除去して前記フィルム(48)を露出させることにより適用される事の特徴とする方法。
2. ステップ(d)及び(e)の間に、前記境界面(28)を画定する前記熱伝達面(18, 22)の少なくとも一に外力(36)を加える追加ステップを含む請求項1の方法。

3. ステップ(a)にて前記材料が以下の混合物 (I)、(II) のいずれかを含むものとして提供される、

(I) (i) 約90~100℃の融解温度を有するアクリル系感圧性粘着成分少なくとも約25重量%;

(ii) 約50~60℃の融解温度を有する α オレフィン系熱可塑性成分少なくとも約50重量%;

(iii) 1種類以上の熱伝導性充填剤少なくとも約20重量%、又は

(II) (i) 約60~70℃の融解温度を有するパラフィン系蠟成分少なくとも約20重量%;

(ii) 1種類以上の熱伝導性充填剤少なくとも約20重量%の請求項1の方法。

4. 前記混合物 (I) が約70~80℃の相転移温度を有し、前記混合物 (I) が約60~80℃の相転移温度を有する請求項3の方法。

5. 前記熱放散部材が熱シンク又は回路基板である請求項1の方法。

6. 前記層がステップ(c)において前記電子部品の伝熱面に付着される請求項1の方法。

7. 前記層がステップ(b)にて約1~10ミル(0.025~0.25mm)の厚みを有するフィルムとして形成されることを更に特徴とする、請求項1の方法。

8. 前記1種以上の熱伝導性充填剤 (I) (iii)又は (II) (ii)が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される、請求項3の方法。

9. 第1相において平常の室温にて形態安定性を有し、第2相において実質的に適合することが可能な、熱伝導性材料の自立性の層を含む熱伝達性境界面において、前記材料は、第1相から第2相への転移温度が、平常の室温より高い作動温度範囲を有する発熱性電子部品(12)の作動範囲内

にあり、前記境界面は、前記材料が

(I) (i) 約90~100℃の融解温度を有するアクリル系感圧性粘着成分少なくとも

約25重量%;

(ii) 約50~60℃の融解温度を有する α オレフィン系熱可塑性成分少なくとも約50重量%;

(iii) 1種類以上の熱伝導性充填剤少なくとも約20重量%、又は

(I I) (i)約60~70℃の融解温度を有するパラフィン系蠟成分少なくとも約20重量%;

(ii) 1種類以上の熱伝導性充填剤少なくとも約20重量%

の混合物 (I) 又は (I I) のいずれかを含むことを特徴とする境界面。

10. 前記混合物 (I) が約70~80℃の相転移温度を有し、前記混合物 (I I) が約60~80℃の相転移温度を有する、請求項9の境界面。

11. 前記層が約1~10ミル(0.025~0.25mm)の厚みを有するフィルムである、請求項9の境界面。

12. 前記1種類以上の熱伝導性充填剤 (I) (iii)又は (I I) (ii)が、窒化ホウ素、アルミナ、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、炭化ケイ素、酸化ベリリウム、及びそれらの混合物より成るグループの中から選択される、請求項9の境界面。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/IB 97/08223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L23/373 C09K5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L H05K C09K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 473 113 A (WHITFIELD FRED J ET AL) 25 September 1984 cited in the application see column 3, line 63 - column 10, line 15; figures 1-15 ---	1,5-8, 11,13, 16,17,20
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 25, no. 11A, April 1983, NEW YORK, US, pages 5740-5743, XP002033449 R.H. LACOMBE ET AL.: "Flexible heat-conducting sheet material for semiconductor packages" see the whole document --- -/-	1,7,8,13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "B" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- * "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- * "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

* "E" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 June 1997

Date of mailing of the international search report

04-07-1997

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. Box 5218 Patentsam 2
NL - 2220 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo rd.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Le Minh, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Intern. Application No.
 PCT/IB 97/00223

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ELECTRONIC PACKAGING AND PRODUCTION, vol. 35, no. 10, 1 September 1995, page 32 XP000532276 "INTERFACE MATERIALS OFFER HEAT TRANSFER AND ISOLATION" see the whole document ---	1,5,7, 13,16
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 24, no. 12, May 1982, NEW YORK, US, pages 6437-6438, XP002033450 J.K.HASSAN ET AL.: "Chip cooling employing alloys having different solidus temperatures" see the whole document ---	1,7,13
A	US 4 487 856 A (ANDERSON ALBERT G ET AL) 11 December 1984 see column 6, line 51 - column 7, line 16; claims 1,2,4 ---	1,5,11, 13,16,20
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 35, no. 7, 1 December 1992, pages 241-242, XP000332996 "THERMALLY CONDUCTIVE, REWORKABLE, ELASTOMERIC INTERPOSER FOR CHIP- TO-HEAT SINK ATTACHMENT" see the whole document ---	1,2,7,13
A	ADVANCES IN ELECTRONIC PACKAGING 1995. PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL INTER-SOCIETY ELECTRONIC PACKAGING CONFERENCE - INTERPACK '95, vol. 2, 1995, NEW YORK, NY, USA, pages 1307-1315, XP000675945 D.PAL ET AL.: "Application of phase change materials to thermal control of electronic modules: a computational study" see page 1307 - page 1309, left-hand column, paragraph 1 -----	1,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/IB 97/00223

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4473113 A	25-09-84	US 4466483 A	21-08-84
		US 4299715 A	10-11-81
US 4487856 A	11-12-84	AU 568842 B	14-01-88
		AU 2554184 A	20-09-84
		CA 1202478 A	01-04-86
		EP 0124972 A	14-11-84

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.